

択伐天然林の更新補助作業の検討

— 小面積樹冠下地がきと人工根返し処理の翌年の更新状況 —

森林総合研究所北海道支所

倉本 恵生・飯田 滋生

北海道森林管理局森林技術センター

真庭 利明・藤岡 裕之・横山 誠二

はじめに

択伐を繰り返し行った北海道の天然林では伐採ギャップを中心に林床のササが増加することが報告されている(2,3)。繁茂したササに稚樹の更新が強く抑制され、持続的な収穫に必要な後継樹の確保が困難になることが多い(2,4)。またこの結果、伐採後の林内が長期にわたって無立木ササ地と化したままになる場合も多い(8)。無立木ササ地を森林に再生するため、北海道では機械力を利用してササをはぎ取り地表を露出させる、かき起こし(地がき)と呼ばれる更新補助作業が広く行われてきた(1,8)。しかし、かき起こしによって成林した林はカンパ類の一斉林となり、樹種組成やサイズ構造は本来の天然林とかけ離れている場合が非常に多い(1,8)。カンパ類の優占を招く要因として、母樹が周囲に乏しいことにより遠くまで風散するカンパ類以外の種子が侵入しにくいことや、無立木地で大面積に施工してしまうことにより陽性樹種であるカンパの生育が他樹種よりも有利になることが考えられており(1,8,9)、改善方法として樹冠下をかき起こす方法(6)が考案されている。

また、天然林における自然状態での更新は風倒による倒木とともに、その際に根株が転倒することによって生じる独特の地形面(マウンド、ピット)などの立地にも強く依存していることが明らかになってきた(4,5)。択伐は倒木を減少させるだけでなく、根返りに由来する更新適地の形成を伴わないため、樹木の更新が制限されると考えられている(4)。このように自然条件での更新適地が制限される一方で、トドマツなどでは集材による地表攪乱面での更新がみられることが知られている(3,4)。したがって、択伐作業で用いられる機械力を利用して適切な更新環境を造成することにより、更新を抑制するササを排除し、樹木の更新を促進することができると考えられる。

そこで本研究では、従来にない小面積での樹冠下かき起こしである「小面積樹冠下地がき」と、人工的に伐根を転倒させてマウンド・ピットを造成する「人工根返し処理」を考案し、現地試験を行なった。従来の樹冠下かき起こしは疎林地の樹冠下を数十m幅にわたってかき起こす方法であったが、今回提案した地がき方法は単木の伐採ギャップを数m幅の小面積でかき起こすもので、ギャップでありながら実際には樹冠に取り囲まれた範囲をかき起こすものであって、従来の樹冠下かき起こしの理念を踏襲してい

る。本報告では、更新翌年における状況について、更新本数と樹種多様性およびササの生育状態の面から評価し、現時点における効果の検証を行った。

方法

更新補助作業の現地試験と更新調査は、朝日天然林施業試験地(上川北部森林管理署 2069 林班と小班, 士別市朝日町, 北緯 44° 05', 東経 142° 48', 標高 410~550m)において行った。試験地は南西向き斜面の針広混交林内に設定され、1ha(100m×100m)の調査区が近接して3箇所配置されている。試験地の林分は約55年前の洞爺丸台風によって林冠木の多くが風倒した後に林冠が再発達した林であることが明らかにされており(7)、その間の択伐等の施業は行なわれていない。胸高直径5cm以上の立木密度は1100本/ha、胸高断面積(BA)の合計は39.8m²/haである。出現樹種は28種で、トドマツ、ミズナラが半数近くを占め、これらについてウダイカンパ、エゾマツ、イタヤカエデなどが主な構成種であった(表-1)。

表-1. 試験地の樹種構成

樹種	本数(%)	BA(%)
トドマツ	39.6	49.5
ミズナラ	11.9	14.6
ウダイカンパ	6.7	9.3
エゾマツ	7.6	6.3
イタヤカエデ	8.2	5.9
ハッコヤナギ	5.1	2.9
シナノキ	3.2	2.6
ダケカンパ	2.5	2.0
ホオノキ	3.2	1.6
ほか	11.9	5.3

調査区のうち2つにおいて、2008年9月から10月にかけて択伐を実施した(材積択伐率17%)。更新補助作業はその翌年の2009年8月に実施した。作業にはバックホウを用い、小面積樹冠下かき起こし10箇所、人工根返し10箇所を施工した。

小面積樹冠下かき起こしでは、伐採ギャップの中心から周囲の樹冠下にかけての地表をバックホウのバケットを用いてかき起こした(写真-1)。各箇所の施工面積は

Shigeo KURAMOTO, Shigeo IIDA (Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Sapporo 062-8516), Toshiaki MANIWA, Hiroyuki FUJIOKA, Seiji YOKOYAMA (Forestry Technology Center, Hokkaido Regional Forest Office, Shibetsu 095-0015)

Examination of silvicultural operations for natural regeneration after selection harvesting: regeneration one year after small-scale soil scarification under canopies and the stump-uprooting treatment.

幅 5m, 長さ 8~10m 程度に統一した。バケットの爪を完全に隠れる程度地中に差し込み, 林床を覆うササ(クマイザサ)の根茎ごと土を持ち上げることによって地表植生とリターをはぎ取った。この際にバケットを軽くゆすり, ササの根茎に付着した表土をできるだけふり落とす。最後に表土が露出した施工面をバケットで軽くなぞり, 残った根茎をかきとるとともに表土を攪拌した。



写真-1. 小面積樹冠下地がきの作業風景

人工根返し処理では伐根の周囲にバケットを差し込みバケットで根茎を抱え込むように動かしながら徐々に力を加えて伐根を横転させ, 風倒による根返りと同様の状態(マウンド, ピット)を作り出した(写真-2)。掘り返しや埋め戻しの操作は行わないようにし, ササの除去も作業の実施上必要な場合以外は行わなかった。また, 地がき・根返しの両処理とも施工面下方にバックホウを停止させたうえで, アームを伸ばして施工面に処理を加えており, 施工面への重機本体の乗り入れはない。



写真-2. 人工根返し処理の作業風景

更新補助作業翌年の 2010 年 9 月上旬に, 施工箇所での更新状況の調査を行った。小面積樹冠下地がきでは, 施工箇所ごとに施工面を 4 分割し, 各分割区画に 1 辺 50cm (0.25m²) の調査枠を 1 個ずつ, 計 4 個設けた(以降, 地掻区と表記)。人工根返し処理では, マウンド・ピット・地表を代表する 1 辺 50cm (0.25m²) の調査枠を 2~3 個選んで更新調査を行った(以降, 根返区と表記)。

さらに, 施工箇所 3 箇所では, 施工地に隣接する無処理

伐根周囲(以降, 伐根区と表記)とササに覆われた林床面(以降, 林床区と表記)を施工地との比較対象として設定した。伐根区と林床区では 1m²方形枠を 3~4 個並べて設け, そのうち 1/4 分画 (0.25m²調査枠) ごとに更新調査を行った。

調査枠内の実生を樹種ごとにカウントした。また当年生実生と 1 年生以上の実生に年齢区分した。あわせてササの本数のカウントと, 立地環境の分類を行った。立地環境は, 地表・マウンド・ピット・古い倒木(古いマウンドを含む)に分類した。これらの調査から, 各施行区の 1m²あたりの更新実生とササの本数を算出した。また, 各施工区の更新樹種の多様性を比較するため, Shannon-Wiener の多様度指数を算出した。

結果

1) 更新本数

処理区としての地掻区・根返区, 対照区としての伐根区・林床区のそれぞれで, 40・32・10・12 個の調査枠で更新調査を行うことができた。更新本数が最も多かったのは地掻区で 1m²あたり 83.3±11.4(SE)本と, 伐根区・林床区に比べ有意に多かった。次いで, 根返区(62.3±10.4 本), 伐根区(58.4±21.5 本)が続き, 林床区は 5.5±1.1 本と他の処理区に比べて有意に少なかった(図-1)。

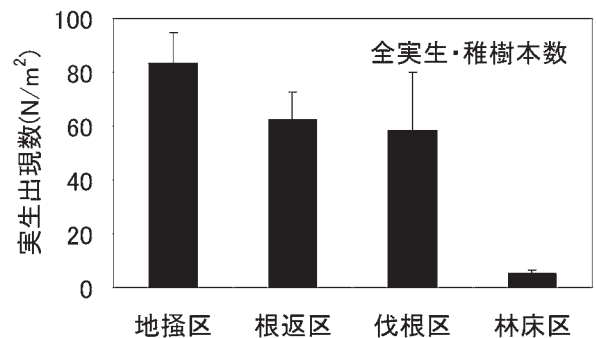


図-1. 各処理区の調査枠内の実生・稚樹の更新本数

更新実生および稚樹の大部分は林冠構成樹種のひとつであるウダイカンバの当年生実生が占めており, 地掻区と根返区ではいずれも更新実生の 94%を占めていた(表-2)。とくに苗高 5cm 未満の小さな当年生実生はそのほとんど(96%)がウダイカンバであり, それ以外のほとんどがバッコヤナギとトドマツであった。これに対して伐根区では 87%, 林床区では 40%程度であった(表-2)。

表-2. 各処理区調査枠内の実生・稚樹の樹種別本数(%)

樹種	地掻区	根返区	伐根区	林床区
ウダイカンバ	94.3	94.0	87.7	40.9
バッコヤナギ	2.2	2.1	5.1	
トドマツ	2.0	1.5	1.7	13.6
キハダ	0.6	1.3	2.2	12.1
ミヤマザクラ	0.2	0.2	1.2	12.1
ヤチダモ	0.0	0.2	0.5	6.1
ホオノキ	0.2	0.2	0.7	4.5
ほか	0.7	0.7	0.9	10.6

一方、苗高 5cm 以上の実生には当年生のほかに補助作業以前に更新した 1 年生以上の実生や稚樹(前生樹)が含まれていた。このなかでウダイカンバは地掻区で 52%, 根返区で 42%を占め、そのほとんどは前生樹であった。5cm 以上の当年生実生としてはキハダ、ホオノキなどが多かった。

苗高 5cm 以上の更新樹本数は補助作業処理の有無および処理の内容によって異なり、無処理の伐根区で 7.0 ± 1.8 本と最も多く、林床区 (3.3 ± 0.6 本), 根返区 (2.1 ± 0.4 本)が続き、地掻区で 0.6 ± 0.2 本と最も少なかった(図-2)。さらに前生樹では補助作業を行っていない伐根区 (0.7 ± 0.4 本)と林床区 (0.7 ± 0.3 本)で多く、根返区はやや少なくなった (0.3 ± 0.1 本)。地掻区では前生樹はみられなかった。

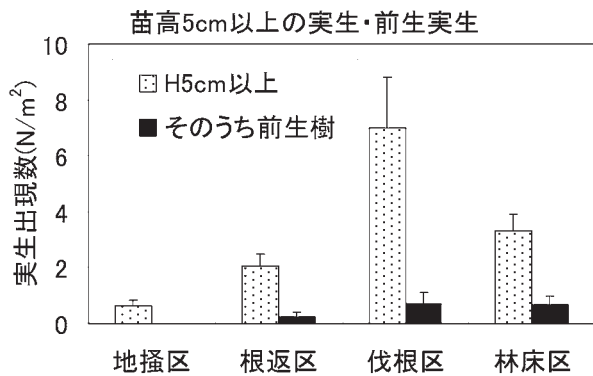


図-2. 苗高 5cm 以上の実生および稚樹とそのうちの前生樹(1 年生以上)の更新本数

2) 樹種多様性

更新樹種の数には根返区で最も多く(14 種), 地掻区(11 種), 林床区(11 種), 伐根区(9 種)の順になった。そのうち 6 種が全処理区に出現した。そのほかの樹種はいずれかの処理区に限って出現または欠落していた。例えば、ダケカンバは地掻区のみ出現し、逆にヤチダモは地掻区のみ欠落した。バッコヤナギは林床区のみ欠落し、ケヤマハンノキは根返区と伐根区でのみ出現していた。

また、根返区ではミズナラ、エゾマツの更新が僅かながら確認された。カエデ類(イタヤカエデ、ハウチワカエデ)は林床区でのみ出現がみられ、その大部分が前生樹であった。

多様度指数では更新樹のなかでの優占種ウダイカンバを考慮に入れた場合(図-3 の H'(1)), 林床区で最も高く、伐根区・根返区・地掻区の順になった。ウダイカンバの影響を除いた場合(図-3 の H'(2))は、林床区について、根返区で高く、地掻区と伐根区がやや少なかった。

3) ササの本数

施工後翌年のササの本数は補助作業処理の有無および処理の内容によって有意に異なった(図-4)。対照区のうち林床区で最も多く(13.8 ± 2.2 本), 次いで同じく対照区である伐根区 (7.7 ± 1.4 本), さらに次いで補助作業区のうち根返区 (4.0 ± 0.7 本)となり、地掻区ではほとんどササが見られなかった (0.7 ± 0.1 本)。

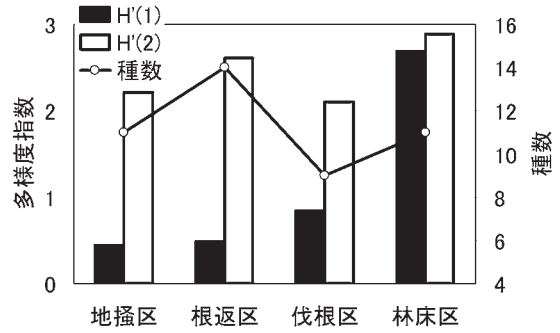


図-3. 各処理区の更新樹種数および多様度指数
多様度指数は Shannon-Wiener の H',
H'(1): 優占種ウダイカンバを含めて算出
H'(2): 優占種ウダイカンバを除いて算出

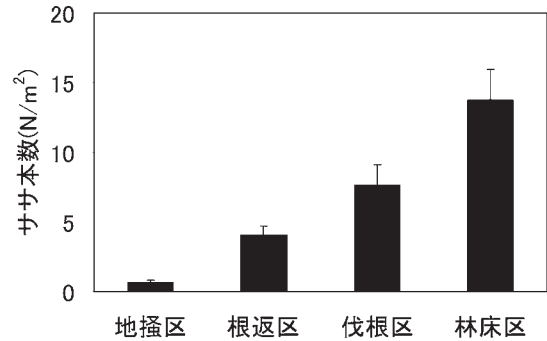


図-4. 各処理区のササの本数

考察

1) 更新の増加に対する効果

今回施工した小面積の林内地がき処理(地掻区)においても、従来の無立木地での大面積かき起こし(1,8,9)と同様に、処理翌年から多数の実生の発生が確認された。その大部分は、主要林冠構成樹種であるウダイカンバで占められており、バッコヤナギがこれについて多かった。このことから処理後翌年の時点では、林冠構成種のうちで、種子が広範囲に散布されやすく陽性である樹種の更新が優占する傾向が示された。ウダイカンバの場合は、処理後の散布種子だけでなく、埋土種子からの実生発生もあわせ、とくに発生量が多くなったと考えられる。一方、同様の特性を持った林冠構成種であるダケカンバの更新は比較的少なかった。本種の林冠材積比率は 2%程度であるが林内に母樹が分散しており、十分な結実が見られる年であれば林内の随所で十分な種子供給が行われていたと推察される。これらの陽性樹種は、ギャップであって比較的到達光量が少なければ発芽率や生残率が低下することが知られており(6)、周囲を残木に取り囲まれた数m~10m程度の単木ギャップの光環境では今回のダケカンバのように実生の発生が抑制されるか、ウダイカンバのように多量の実生の発生が見られてもその多くが以降に枯死してしまうかもしれない。こうした点に着目した今後の継続調査が必要である。

また、小型の風散布種子を生産する陽性樹種(カンバ類な

どのほかに、地がき処理(地掻区)ではキハダをはじめホオノキなどの被食散布型の種子をもつ樹種の発生がみられた。とくにキハダの発生数は前述の陽性樹種やトドマツに次いで多かった。このような地がき処理に対応したキハダのすばやい実生発生は埋土種子に由来すると考えられ、これまでの樹冠下地がきでも報告されている(6)。一方、埋土種子に依存してギャップ更新すると考えられている樹種でもハリギリ、ナナカマドあるいはミズキなどでは地掻区での実生発生は見られておらず、この点も過去の調査例とよく一致した(6,9)。

2) 更新樹種の多様性に対する効果

更新樹種の種数は最も多かった人工根返し処理(根返区)で14種であり、これは林冠構成樹種全体の約半数に相当した。針広混交林で普遍的にみられ、本研究の調査地でも上位の林冠構成種であるミズナラ、エゾマツの実生の出現は地がき処理(地掻区)ではみられなかった。その一方、根返し処理(根返区)ではわずかに実生が出現していた。エゾマツはその更新を倒木かマウンド、ピットにほぼ依存しており(4)、根返し処理によるマウンド、ピットの創出が、地がき処理(地掻区)では更新しなかった本種の更新につながったと考えられる。また、根返し処理におけるミズナラの実生はその大部分が前生樹であったことから、根返し処理は施工面の地表植生をほぼ除去する地がき処理と異なり、施工面の前生樹が残りやすいと考えられる。伐根区の結果から、これらの前生樹は、伐採木の樹冠の被圧によってササの繁茂が抑制されていた状態(5)で発生定着したものか、伐採にともなうササの部分破壊に伴って発生定着したものと考えられる。伐根区において林床区よりササの本数が少なくなっていたことは、これらのメカニズムの存在を裏付けていると思われる。地がき処理ではこれら前生樹を破壊してしまうため、後発の更新しか期待できないが、根返し処理では先行した前生樹の成長を促し更新に寄与させることが可能である。現時点では無処理の伐根周囲(伐根区)にも多様な樹種の更新が見られるが、これまでの研究結果(2,8)から、その後ササが増殖し被圧によって前生樹が枯死することが予測される。根返し処理はササの繁茂による被圧から前生樹を回避させることが期待できる。このことは人工根返し処理によって更新樹種の多様性を向上できる可能性を示唆しており、これらの点について今後の検証が重要である。

また、耐陰性の比較的高い樹種(イタヤカエデ、シナノキなど)の更新は地がき処理・根返し処理のいずれでも現時点においては見られず、無処理でも林床区のみ限定して出現しており、その大部分は数年以上を経た前生樹であった。これまでの研究ではかき起こし施工面にもイタヤカエデの実生が普遍的に発生しており(5,6,9)、今回の結果では更新補助処理を行ってから更新調査を行うまでの間に種子の豊作年に到来しておらず種子の供給が十分に行われていなかったものと考えられた。現地での観察によって、更新作業翌年である2010年秋の本調査地においてイタヤカエデやミズナラの豊作を確認しており、翌年(補助作業2年後)にこれらの樹種の発生がみられる可能性がある。

3) まとめ

以上のことから、小面積樹冠下地がきと人工根返しの処理後1年の更新についてまとめた。処理後1年目の時点では、小面積樹冠下地がき処理ではウダイカンバなどの種子散布力の高い陽性樹種の実生発生が多かったが、同様の樹種でも埋土種子を作らないダケカンバなどでは比較的抑制される傾向が認められた。また従来の地がき処理に比べて耐陰性の高い樹種や大型の種子をもつ多様な樹種の発生が多くはなかったが、豊作年に当たっていなかったことが大きく、今秋の豊作以降の実生の発生が見込めると考えられる。また、根返し処理では、当年実生の効果はまだ検証できないが、前生実生が寄与することで地がきに比べて多様性が高まると考えられた。実生の量は現状では無処理の伐根よりも少なくなっているが、これは樹冠下に前生樹が多いことと、伐開による定着の促進が起こること、ならびに処理によりその減失が多少は起こることを示唆している。しかし、無処理ではササが増加して、前生樹が被圧されると考えられるため、その対応としては根返し処理が有効と考えられた。これらの点についての実証が今後の重要な課題である。

引用文献

- (1)青柳正英(1982)道有林の「かき起こし」の実態. 北方林業 35:49-53.
- (2)石橋聡・渡邊惇(1994)択伐試験地の40年一択伐施業の効果と問題点. 北方林業 46:37-40.
- (3)北島琢郎・後藤晋・高橋康夫・笠原久臣・犬飼雅子(2003)冷温帯針広混交林における択伐施業がトドマツの個体群動態に及ぼす影響. 日林誌 85:252-258.
- (4)Nakagawa M. et al. (2001) The effects of selection cutting on regeneration of *Picea jezoensis* and *Abies sachalinensis* in the sub-boreal forests of Hokkaido, northern Japan. *Forest Ecology and Management*, 146: 15-23.
- (5)Noguchi M. and Yoshida T. (2004) Tree regeneration in partially cut conifer-hardwood mixed forests in northern Japan: roles of establishment substrate and dwarf bamboo. *Forest Ecology and Management*, 190: 335-344.
- (6)佐藤創(1999)樹冠下のかき起こしによる多様な樹種の更新(II)ー林冠開放度と種多様性の関係. 北海道林業試験場研究報告 36:37-46.
- (7)高橋正義・石橋聡・倉本恵生・佐々木尚三・飯田滋生(2010)朝日天然林施業試験地における成長経過ー伐採木の年輪解析. 日林北支論 59:111-113.
- (8)梅木清(2003)北海道における天然林再生の試みーかき起こし施業の成果と課題. 日林誌 85:246-251.
- (9)Yoshida T. et al. (2005) Factors influencing early vegetation establishment following soil scarification in a mixed forest in northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 175-188.